Stoffwechsel-Versuche bei Herabsetzung des Sauerstoff-Partialdruckes in der Respirationsluft.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Medizin und Chirurgie

mit Genehmigung der hohen Medizinischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität
Halle-Wittenberg

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

vorgelegt von

Martin Bache
Assistenzarzt am Salvatorkrankenhause zu Halberstadt
aus **Kottbus.**

Halle a. S.
Hof-Buch- und Steindruckerei von C. A. Kaemmerer & Co.
1913.

Gedruckt mit Genehmigung
der medizinischen Fakultät der Universität Halle-Wittenberg.

Referent: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. **Ad. Schmidt.**

Veit
z. Z. Dekan.

Meinen lieben Eltern!

Meinen lieben Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544701_0094

In der Chlorausscheidung dagegen konnten sie eine analoge Gleichmäßigkeit nicht finden. Dieselbe wies während der ganzen Versuchszeit große Schwankungen auf. Im großen und ganzen aber war sie auf dem Berge stärker, als in der Ebene. Sie meinen, was die Chlorausscheidungen anbetrifft, daß der Hauptfaktor, welcher für dieselbe bestimmend zu sein scheint, die Menge des sezernierten Urins sei.

Was die Stickstoffausscheidung anbetrifft, war bereits Veraguth (12) zu ähnlichem Resultat gekommen.

Ferner haben Zuntz und Loewy (8) gemeinsam eingehende Untersuchungen über die Wirkungen des Höhenklimas auf den Stoffwechsel angestellt. Nachdem sie mehrere Versuchspersonen in N-Gleichgewicht gebracht hatten, setzten sie einige der Wirkung einer größeren Höhe aus. Speziell über den Einfluß der Höhenluft fanden sie schon in einer Höhe von 500 m eine deutliche Einwirkung auf den Eiweißumsatz, und zwar derart, daß in individuell schwankenden Grenzen eine deutliche Tendenz zum Eiweißansatz hervortritt.

Dasselbe Ergebnis betont Zuntz (9) in seinem Vortrag über „Die Physiologische Wirkung des Höhenklimas mit Rücksicht auf Vorbeugung und Behandlung der Tuberkulose". Verminderter Sauerstoffgehalt der Luft, wie ihn das Höhenklima aufweist, führe zu einer Regeneration der Gewebe unter Ausschaltung des Minderwertigen. Diese Schädigung aber führe wieder zu einer kompensatorischen Regeneration, die nicht nur den Schaden repariert, vielmehr auch einen Überschuß resistenter Zellen schaffe. Als Symptom dieser Regeneration, d. h. also eines starken Anreizes zum Wachstum der Gewebe, beobachtet er im Stoffwechselversuch einen erheblichen Ansatz von Eiweiß. Zu dem gleichen Resultat

kommt G. von Wendt (10) bei seinen Versuchen in den Hochalpen. Er fand dabei die N-Bilanz stets positiv, während die Phosphorbilanz nur in einem Versuch positiv war, in einem zweiten sich der Gleichgewichtslage näherte und in den übrigen Versuchen negativ war. Er kommt zu dem Schlusse, daß die bei Stoffwechselversuchen in den Hochalpen beobachteten Stickstoffretentionen der Ausdruck einer Neubildung von lebender Substanz sei und nicht durch Retention von N in intermediären Verbindungen bedingt sei. Die mittleren Höhen haben eine verhältnismäßig hohe Wirkung auf die Hämoglobinbildung, während höhere Regionen, die die vorhergehende Hämoglobinbildung an einem etwas niedriger gelegenen Orte voraussetzen, einen stärkenden Einfluß auf das gesamte Muskelsystem ausüben.

Wir sehen also, daß einmal Jaquet und Staehelin bereits bei längerem Aufenthalt im Höheklima eine gewisse N-Retention verbunden mit P_2O_5-Retention gefunden haben. Sodann heben Loewy und Zuntz hervor, daß Aufenthalt in Höhenluft einen Eiweißansatz bewirke, was Zuntz für sich bei seinen späteren Stoffwechselversuchen im Hochgebirge nochmals bestätigen konnte. Auf dieselbe Genauigkeit der Versuchsanordnung und der Untersuchungsmethoden, wie die der oben erwähnten Autoren kann die Arbeit von Wendt Anspruch erheben, der ebenfalls einen Albumenansatz bei Aufenthalt im Hochgebirge fand. Alle diese Autoren kommen demnach zu dem Endergebnis, daß beim Aufenthalt im Höhenklima ein Albumenansatz stattfindet.

Im Gegensatz hierzu nun haben die Versuche in der pneumatischen Kammer einen Albumenabbau ergeben.

Obwohl man sowohl bei den Versuchen in pneumatischen Kammern, wie im Höhenklima als hauptsächlich

In der Chlorausscheidung dagegen konnten sie eine analoge Gleichmäßigkeit nicht finden. Dieselbe wies während der ganzen Versuchszeit große Schwankungen auf. Im großen und ganzen aber war sie auf dem Berge stärker, als in der Ebene. Sie meinen, was die Chlorausscheidungen anbetrifft, daß der Hauptfaktor, welcher für dieselbe bestimmend zu sein scheint, die Menge des sezernierten Urins sei.

Was die Stickstoffausscheidung anbetrifft, war bereits Veraguth (12) zu ähnlichem Resultat gekommen.

Ferner haben Zuntz und Loewy (8) gemeinsam eingehende Untersuchungen über die Wirkungen des Höhenklimas auf den Stoffwechsel angestellt. Nachdem sie mehrere Versuchspersonen in N-Gleichgewicht gebracht hatten, setzten sie einige der Wirkung einer größeren Höhe aus. Speziell über den Einfluß der Höhenluft fanden sie schon in einer Höhe von 500 m eine deutliche Einwirkung auf den Eiweißumsatz, und zwar derart, daß in individuell schwankenden Grenzen eine deutliche Tendenz zum Eiweißansatz hervortritt.

Dasselbe Ergebnis betont Zuntz (9) in seinem Vortrag über „Die Physiologische Wirkung des Höhenklimas mit Rücksicht auf Vorbeugung und Behandlung der Tuberkulose". Verminderter Sauerstoffgehalt der Luft, wie ihn das Höhenklima aufweist, führe zu einer Regeneration der Gewebe unter Ausschaltung des Minderwertigen. Diese Schädigung aber führe wieder zu einer kompensatorischen Regeneration, die nicht nur den Schaden repariert, vielmehr auch einen Überschuß resistenter Zellen schaffe. Als Symptom dieser Regeneration, d. h. also eines starken Anreizes zum Wachstum der Gewebe, beobachtet er im Stoffwechselversuch einen erheblichen Ansatz von Eiweiß. Zu dem gleichen Resultat

kommt G. von Wendt (10) bei seinen Versuchen in den Hochalpen. Er fand dabei die N-Bilanz stets positiv, während die Phosphorbilanz nur in einem Versuch positiv war, in einem zweiten sich der Gleichgewichtslage näherte und in den übrigen Versuchen negativ war. Er kommt zu dem Schlusse, daß die bei Stoffwechselversuchen in den Hochalpen beobachteten Stickstoffretentionen der Ausdruck einer Neubildung von lebender Substanz sei und nicht durch Retention von N in intermediären Verbindungen bedingt sei. Die mittleren Höhen haben eine verhältnismäßig hohe Wirkung auf die Hämoglobinbildung, während höhere Regionen, die die vorhergehende Hämoglobinbildung an einem etwas niedriger gelegenen Orte voraussetzen, einen stärkenden Einfluß auf das gesamte Muskelsystem ausüben.

Wir sehen also, daß einmal Jaquet und Staehelin bereits bei längerem Aufenthalt im Höheklima eine gewisse N-Retention verbunden mit P_2O_5-Retention gefunden haben. Sodann heben Loewy und Zuntz hervor, daß Aufenthalt in Höhenluft einen Eiweißansatz bewirke, was Zuntz für sich bei seinen späteren Stoffwechselversuchen im Hochgebirge nochmals bestätigen konnte. Auf dieselbe Genauigkeit der Versuchsanordnung und der Untersuchungsmethoden, wie die der oben erwähnten Autoren kann die Arbeit von Wendt Anspruch erheben, der ebenfalls einen Albumenansatz bei Aufenthalt im Hochgebirge fand. Alle diese Autoren kommen demnach zu dem Endergebnis, daß beim Aufenthalt im Höhenklima ein Albumenansatz stattfindet.

Im Gegensatz hierzu nun haben die Versuche in der pneumatischen Kammer einen Albumenabbau ergeben.

Obwohl man sowohl bei den Versuchen in pneumatischen Kammern, wie im Höhenklima als hauptsächlich

wirkende Faktoren die Änderung der Sauerstoffspannung und des Gesamtdruckes in Betracht kommen, so scheint doch einerseits die verschiedene Stärke der Herabsetzung beider Faktoren einen wesentlich verschiedenen Einfluß auszuüben, wozu beim Höhenklima noch andere Einflüsse hinzuzukommen scheinen, wie Wind, Wärme und die Höhensonne. Teilweise nun nimmt man an, — Voraussetzung, daß die Verdünnung in der pneumatischen Kammer und Höhenklima einander entsprechen —, daß der erniedrigte Sauerstoffgehalt der Atmungsluft allein der wirkende Faktor sei, wie Loewy und Zuntz und Wendt sagen. Andererseits aber könnte man behaupten, daß die Änderung des Gesamtdruckes in gewissen Beziehungen zum Stoffwechsel stehe.

Da die Bedeutung dieser beiden Konponenten nur beurteilbar ist, wenn man einen ausschaltet, so lag der Gedanke nahe, Versuche über den Stoffwechsel anzustellen bei Herabsetzung des Sauerstoffpartialdruckes ohne Änderung des Gesamtdruckes. Um nun diese Untersuchungen anstellen zu können, bediente ich mich eines von Herrn Dr. David (11) konstruierten und als zuverlässig erprobten und mir von Herrn Geheimrat Professor Dr. Schmidt freundlichst zur Verfügung gestellten Apparates für Tierversuche, wie er in der Zeitschrift für Klinische Medizin Bd. 74, H. 5/6 beschrieben ist.

Die wesentlichen Bestandteile und Einrichtungen dieses Apparates sind folgende: Ein Blechkäfig ist durch eine Glasglocke, die in einem mit Paraff. liquid angefülltem Falz ruht, luffdicht abgeschlossen. Auf dem Boden des Käfigs befindet sich ein durchlöcherter Einsatz, Durch den Boden des Käfigs führen 4 Rohre, von denen eins Zuleitungsrohr für die gereinigte Luft und den Sauerstoff ist, eins als

Ableitungsrohr für die verbrauchte Luft dient, ein anderes zur Entnahme von Gasproben ist, das gleichzeitig in ein Gefäß mit Flüssigkeit taucht und so als Überdruckventil dient; das vierte Rohr endlich dient zum Ablassen des Harns. Ein luftdichter Ventilator entnimmt ständig durch das Ableitungsrohr einen gewissen Luftstrom, leitet denselben durch einen mit Stangen von Kalium kaustikum zwecks Absorption von CO_2 und Wasser, gefüllten Glasturm, und drückt die so gereinigte Luft durch das Zuleitungsrohr in den Käfig zurück. Der verbrauchte Sauerstoff der Luft wird ständig durch O_2, der aus einem Gasometer zufließt, ergänzt, und zwar so, daß der O_2 Gehalt der Luft im Käfig ständig der gleiche bleibt. Der Gasometer wieder wird aus einer Sauerstoffbombe nach Bedarf gefüllt. Der O_2 tritt durch ein Müllersches Ventil in das Zuleitungsrohr und von hier, vermischt mit der gereinigten, aber O_2 armen Luft aus dem Ventilator in den Kasten. Außerdem befand sich im Käfig ein von außen ablesbares Thermometer; durch eingeschaltete Kühlschlangen konnte die Temperatur nach Belieben reguliert werden. Um nun den zum Versuch gewünschten O_2-Gehalt der Atmungsluft herzustellen, wenn es sich, wie in meinen Versuchen, um die Erniedrigung desselben handelt, läßt man zunächst N einströmen, bis die gewünschte Luftzusammensetzung erreicht ist. Die Untersuchung der Kastenluft wurde in der Weise angestellt, daß aus dem Rohr des Kastens, an dem sich das Überdruckventil befindet, eine Gasprobe entnommen wurde, die nach dem Verfahren der Hempelschen Gasanalyse untersucht wurde.

Was nun die einzelnen Versuche selbst anbetrifft, so habe ich als Versuchstiere Hunde von ungefähr derselben Größe und demselben Gewicht benutzt. Die Hunde wurden

vor Beginn des Versuches in Stickstoffgleichgewicht gebracht. Ferner befanden sich die Tiere auch an den Tagen, an welchen sie nicht der Kastenluft ausgesetzt waren, also an den Vor- und Nachversuchstagen, in einem Käfig, der ihnen nur wenig mehr Bewegungsfreiheit gestattete, als der Apparat selbst, damit die Tiere möglichst unter den gleichen Bedingungen standen wie im Kasten.

Die Nahrung der Tiere setzte sich hauptsächlich zusammen aus Pferdefleisch, Reis und Fett, wozu eine bestimmte Menge Chlornatrium und Aqua destillata kam. Der N, P_2O_5 und C_l-Gehalt der Nahrung wurde jedesmal genau bestimmt. Diese Kost wurde, damit sie, vor allen Dingen das Fleisch, nicht ungenießbar wurde, in abgeteilten Portionen in einem sogen. Weckschen Einkochapparat sterilisiert, und habe ich auf diese Weise erreicht, daß ich zu einzelnen Versuchen nur ein und dasselbe Fleisch von einem Pferd verwenden konnte.

Die Versuchshunde waren so gezogen, daß sie in einer bestimmten Zeit die Nahrung erhielten und auch verzehrten. Der jedesmalige, innerhalb von 24 Stunden gelassene Urin wurde gesammelt und außerdem die Tiere noch täglich katheterisiert. Da der Stuhl nicht immer innerhalb von 24 Stunden zu erhalten war, mußte ich den Stuhl der einzelnen Versuchsperioden zusammenfassen. Die Stühle unter sich, in den einzelnen Versuchsperioden, wurden durch Karmin abgegrenzt.

In meinen ganzen Versuchen habe ich Eiweiß und Zucker oder pathologische Bestandteile im Urin nicht gefunden.

Was die Urinuntersuchung anbetrifft, so wurde zunächst die jedesmalige Tagesmenge festgestellt, darauf das spezifische Gewicht und die Reaktion, die ständig sauer war.

Die Stickstoffbestimmungen wurden nach dem Verfahren von Kjeldahl vorgenommen. Zur Bestimmung der Phosphorsäure benutzte ich die Methode nach Neumann und zur Chlorbestimmung die von Vohlhard-Falck. Vom Stuhl wurde zunächst das Gewicht der Trockensubstanz festgestellt, danach der Stuhl pulverisiert. Die Bestimmung von N, P_2O_5 und Cl der Faeces wurden genau in derselben Weise vorgenommen, wie die des Urins.

Bei meinem ersten Versuch nun ließ ich den Versuchshund, nachdem er in Stickstoffgleichgewicht gebracht worden war, 3×24 Stunden im Versuchskasten atmen bei 20% O_2 im Durchschnitt, und dann 3×24 Stunden im Kasten bei 10% O_2. Und zwar stellte ich den Versuch bei 20%, also bei annähernd normaler Zusammensetzung der Atmungsluft, deswegen an, um zu sehen, ob die veränderten Lebensbedingungen, worunter ich die verringerte Bewegungsfreiheit des Hundes hauptsächlich verstehe, einen Einfluß auf den Stoffwechsel ausüben. Laut Tabelle I änderte sich das Gewicht des Hundes an den Hauptversuchstagen im Vergleich zu den Vorversuchs- und Nachversuchstagen fast gar nicht. Die Menge des Urins zeigte geringe Unterschiede, indem sie von 440 ccm der Vorversuchstage in den Tagen bei einem Gehalt von 10% der Atmungsluft auf 370—390 ccm zurückgegangen, um am 2. Nachversuchstage auf 515 ccm zu steigen, Schwankungen, die m. E. nach ohne Bedeutung sind. Das spezifische Gewicht des Urins zeigte keine Schwankungen. Was die N-Aussscheidung im Urin anbetrifft, so sehen wir, daß an den Versuchstagen bei 20% O_2 der Atmungsluft eine ganz geringe Retention von N stattfand, die sich aber an den Tagen mit 10% O_2 der Atmungsluft noch vermehrte. In den Nachversuchstagen jedoch

fand wieder eine vermehrte Ausscheidung von N statt, die ungefähr dem an den Hauptversuchstagen retinierten N entspricht.

Die P_2O_5-Ausscheidung im Urin dagegen blieb an den Hauptversuchstagen sowohl bei 20% O_2 als auch bei 10% O_2 im Vergleich zum Vorversuch unverändert, aber an den Nachversuchstagen sehen wir eine erhöhte Ausscheidung von P_2O_5. Nicht dasselbe Resultat fanden wir in den Faeces. Zwar war auch hier an den ersten Hauptversuchstagen (bei 20% O_2) die N-Ausscheidung fast unverändert im Vergleich zu den Vorversuchstagen, jedoch bei 10% O_3 der Atmungsluft stieg die N-Ausscheidung und nahm auch an den Nachversuchstagen noch zu. Fast das gleiche Ergebnis hatte die P_2O_5-Ausscheidung im Stuhl, nur das hier an den Nachversuchstagen keine vermehrte Ausscheidung stattfand.

Stellt man nun die gesamte N-Ausscheidung (Urin und Stuhl) im Vergleich zur Nahrung (siehe Versuchstabellen im Anhang), so findet man auch hier, an den Hauptversuchstagen ein Plus von N, also eine Retention, während an den Nachversuchstagen eine vermehrte Ausgabe von N stattfindet. Die P_2O_5-Ausscheidung war im großen und ganzen unverändert.

Das Ergebnis dieses Versuchs ist also, daß:

1. Aufenthalt in 20% O_2 keinen Einfluß auf den Stoffwechsel hat,
2. in einer Atmungsluft von durchschnittlich 10% O_2-Gehalt eine Retention von N zutage tritt, und
3. der retinierte N an den Nachversuchstagen ausgeschieden wurde.

Demnach hat also der Aufenthalt in unserem Apparat bei annähernd normaler Zusammensetzung der Atmungsluft

keinen wesentlichen Einfluß auf den Stoffwechsel des Hundes gehabt. Es bleibt daher als wirkender Faktor nur der veränderte O_2-Gehalt der Atmungsluft.

Da ich nun bei Versuch I einen etwas niedrigeren O_2-Gehalt der Atmungsluft genommen habe, so könnte man meinen, daß die vielleicht zu starke Herabsetzung des O_2-Gehaltes eine gewisse Dyspnoe hervorgerufen habe und diese durch Mehrverbrauch an Kraft als solche störend auf den Stoffwechselumsatz eingewirkt habe. Um diese Frage nun zu klären, stellte ich bei Versuch II eine Erniedrigung des O_2-Gehaltes der Atmungsluft bis auf ungefähr 13—15% her.

Auch hier sieht man, daß das Gewicht des Hundes sich wenig oder gar nicht verändert hat. Die Urinmengen sind nicht wesentlich verschieden bis auf den vierten Tag des Vorversuchs, wo die Urinmenge auf 680 ccm gestiegen war, um aber am nächsten Tage, dem ersten Hauptversuchstage, wieder abzufallen. Diese plötzliche vermehrte Urinausscheidung muß man auf eine gesteigerte Nierentätigkeit zurückführen, wie sie normaler Weise mitunter vorkommt. Außerdem aber zeigten das spezifische Gewicht und auch die Werte von N, P_2O_5 und C_l, daß es sich lediglich um eine Erhöhung der Urinmenge und nicht noch außerdem um eine erhöhte Konzentration des Urins handelte.

Bei der N-Ausscheidung des Urins sehen wir das gleiche Resultat wie in Versuch I. Es kommt auch hier wie in den Hauptversuchstagen zu einer N-Retention und einer vermehrten N-Ausscheidung an den Nachversuchstagen. Und ebenso zeigt die P_2O_5-Bilanz an den Hauptversuchstagen eine Retention und an den Nachversuchstagen eine vermehrte Ausscheidung. Fast das gleiche Bild zeigen die Chlorausscheidungen des Urins.

Nicht ganz dasselbe Bild ergaben die Stuhluntersuchungen. Die N-Ausscheidungen desselben ergaben, prozentualiter eine geringe erhöhte Ausscheidung von etwa 0,3%, die aber an den Nachversuchstagen noch um 0,8% ungefähr stieg. Die P_2O_5-Ausscheidung war an den Hauptversuchstagen prozentualiter erniedrigt und zeigte an den Nachversuchstagen geringe Erhöhung. Die Chlorausscheidung im Stuhl zeigte an den Hauptversuchstagen Retention und an den Nachversuchstagen erhöhte Ausscheidung, wie im Urin.

Wenn nun auch im Stuhl an den Hauptversuchstagen die N-Ausscheidung etwas erhöht war, als an den Vorversuchstagen, so genügt diese geringe Erhöhung in der N-Ausscheidung, die vielleicht durch Schlackenreste zu erklären ist, keineswegs, um das Resultat des Versuchs zu beeinflussen. Denn wir sehen, daß im Vergleich zu dem Nahrungs-N eine erhöhte N-Retention stattgefunden hat, da wir eine Mehr-Retention von 1,5 g N an den Hauptversuchstagen haben. Das gleiche Gesamtergebnis haben wir bei der P_2O_5-Bilanz, während die C_l-Retention fast gleich Null ist.

Das Ergebnis dieses zweiten Versuches ist also, daß bei einer Erniedrigung des Sauerstoffpartialdruckes auf 13—15% N und P_2O_5 im Körper zurückbehalten wird. Diese Retention läßt die Annahme zu, daß es sich um den Ansatz lebenden Gewebes handelte und nicht um die Zurückbehaltung N- und P_2O_5 reicher Stoffe, da in diesem Falle sicherlich in den folgenden Tagen eine erhöhte Ausfuhr eingetreten wäre.

Um nun zu sehen, welche Einwirkung auf den Stoffwechsel eine Erniedrigung des O_2-Partialdruckes hat, wenn man die Versuchstiere nur eine gewisse Stundenzahl der Atmungsluft mit niedrigem O_2-Gehalt aussetzt, machte ich die Versuche III und IV.

Bei Versuch III nun ließ ich den Hund an 2 Tagen je 12 h. bei 10% O_2 im Kasten atmen und fand hier zunächst an den Hauptversuchstagen und an den Nachversuchstagen ein erhöhtes spezifisches Gewicht und zeitweise eine Erniedrigung der Urinmenge, was also auf eine erhöhte Konzentration des Urins schließen läßt.

Aber auch hier sah ich im Durchschnitt im Urin an den Hauptversuchstagen eine geringe N-Retention, während die P_2O_5-Ausscheidung fast unverändert blieb, aber an den Nachversuchstagen niedriger wurde. In der Chlorausscheidung fand ich eine Retention, aber keine vermehrte Abgabe von C_l an den Nachversuchstagen.

Anders das Ergebnis der Stuhlanalyse. Eine vermehrte N-Ausscheidung an den Hauptversuchstagen, während die P_2O_5-Ausscheidungen eine gewisse Retention an den Hauptversuchstagen mit erhöhter Ausscheidung an den Nachversuchstagen ergaben. Die C_l-Ausscheidungen dagegen sind sehr schwankend.

Die Ausscheidungsbilanz nun im Vergleich zu der Nahrung ergibt keine erhöhte N-Retention, während die P_2O_5- und C_l-Bilanz eine Retention zeigen. Als Grund für diese abweichenden und schwankenden Ergebnisse nehme ich eine bestehende Gravidität des Hundes an, die aber leider erst nach Beendigung des Versuchs erkannt wurde.

In meinem letzten (IV.) Versuch war der Hund an vier aufeinander folgenden Tagen je 4 h. einer Atmungsluft von 8% O_2 ausgesetzt; nun stieg am zweiten Vorversuchstage die Urinmenge auf 940 ccm an, das spezifische Gewicht jedoch war nicht erhöht. An den übrigen Tagen waren die Werte für Urinmenge wieder zur Norm zurückgekehrt. Das spezifische Gewicht zeigte sich im großen und ganzen nicht verändert.

Auch zeigte die N-Ausscheidung im Urin an den Hauptversuchstagen wieder Retention von N, während an den Nachversuchstagen eine entsprechend erhöhte N-Abgabe stattfand. Zu dem gleichen Ergebnis führten die P_2O_5 und C_l-Ausscheidungen des Urins. Auch im Stuhl ließ sich eine geringe N-Retention nachweisen, jedoch ohne vermehrte Ausscheidung an den Nachversuchstagen. Bei Berechnung der Durchschnittsausscheidung von N im Stuhl kommt man allerdings auch hier zu einer vermehrten Ausscheidung von N an den Nachversuchstagen.

Ebenso fand ich, was P_2O_5- und C_l-Ausscheidung anbetrifft, auch hier an den Hauptversuchstagen eine Retention und vermehrte Ausscheidung an den Nachversuchstagen.

Bei der Bilanzberechnung nun ergibt sich, daß an den Hauptversuchstagen eine beträchtliche N-Retention stattgefunden, und zwar in dem Maße, daß die N-Ausscheidung bei einem Minus von 0,54 g auf + 2,54 g an den Hauptversuchstagen im Durchschnitt ansteigt, um an den Nachversuchstagen auf + 2,0 g abzufallen. Immerhin aber zeigen die Nachversuchstage noch ein bedeutendes Plus von N-Retention im Vergleich zu den Vorversuchstagen.

Auch die Bilanz für P_2O_5 und C_l ergab an den Hauptversuchstagen ein bedeutenes Plus an Retention, das auch hier sich auf die Tage des Nachversuchs erstreckte.

Wir sehen auch an Versuch IV wieder, wie in Versuch II, eine Retention von N und P_2O_5 und von C_l. Es ist also hier wahrscheinlich zu einem Albumenansatz in den Tagen des Versuchs gekommen.

Versuch	Stunden pro die im Versuchskasten	%-Gehalt an O_2 der Atmungsluft	Ergebnis der N-Untersuchungen	Ergebnis der P_2O_5-Untersuchungen	Ergebnis der Cl-Untersuchungen	Gesamtergebnis
I	24 h.	10%	An den Hauptversuchstagen N-Retention, an den Nachversuchstagen vermehrte N-Ausscheidung	Auch an den Haupt- und Nachversuchstagen keine Unterschiede		Kein Albumenansatz an den Hauptversuchstagen, nur N-Retention, der aber nicht gebunden erscheint. Keine Änderung in der P_2O_5-Ausscheidung
II	24 h.	13—15%	Wie in I	Retention von P_2O_5 an den Hauptvers.-Tg. und vermehrte Ausscheidung an den Nachversuchstagen	Keine Retention an an den Hauptvers.-Tg. Keine Mehrausgabe an den Nachversuchstagen	Albumenansatz an den Hauptversuchstage. An den Nachversuchstag. Ausscheidung des retinierten N und P_2O_5
III	12 h.	10%	Keine Retention von N an Haupt- und Nachversuchstagen	Geringe Retention von P_2O_5 an Haupt- und Nachvers.-Tg.	Retention von Cl an Haupt- und Nachversuchstagen	Das abweichende Ergebnis ist durch eine Gravidität des Hundes zu erklären, weswegen dieser Versuch bei der Beurteilung nicht in Betracht zu ziehen sein dürfte
IV	4 h.	8%	Wie in I und II, mit dem Unterschied, daß sich die Retention von N auch auf die Nachversuchstage erstreckte	Retention von P_2O_5 an Haupt- und Nachversuchstagen	Retention von Cl an den Haupt- und Nachversuchstagen	Albumenansatz an den Hauptvers.-Tag., der auch an den Tagen des Nachversuchs anhält

An Hand vorstehender Tabelle ist ersichtlich, wenn ich Versuch III bei der Beurteilung wegen der durch die Gravidität bedingten abweichenden Ergebnisse unberücksichtigt lasse, daß während eines Aufenthaltes von 24 h. bei einer Erniedrigung des O_2-Partialdruckes auf 10% (Versuch I) eine N-Retention stattfindet, die P_2O_5-Ausscheidung aber nicht wesentlich geändert wird. Es muß sich demnach nur um eine N-Retention gehandelt haben, nicht um einen Eiweißanbau.

Dagegen fand ich bei 24 stündigem Aufenthalt bei einem auf 13—15% herabgesetzten Sauerstoffpartialdruck (Versuch II) eine N- und P_2O_5-Retention an den Hauptversuchstagen und keine wesentliche Änderung in der C_l-Ausscheidung. Also hat während des Aufenthaltes im Kasten ein Albumenansatz stattgefunden. Aber an den Nachversuchstagen fand ich wieder eine vermehrte Ausscheidung von N und P_2O_5, während die C_l-Ausscheidungen auch hier keine Mehrausgabe aufwiesen.

Bei einem 4 h. Aufenthalt bei auf 8% herabgesetztem Sauerstoffgehalt der Atmungsluft ergaben die Untersuchungen an den Hauptversuchstagen eine Retention von N, P_2O_5 und C_l. Es ist also auch hier wahrscheinlich zu einem Albumenanbau gekommen. Doch zeigen hier die Ergebnisse der Nachversuchstage, daß der Albumenansatz auch an denselben anhält, da nicht, wie in Versuch I und II, die vermehrte N- und P_2O_5-Ausscheidung eintritt.

Wodurch nun kann man sich diese Differenzen erklären?

Einmal meine ich, daß besonders in Versuch I die lange Dauer des Aufenthaltes in dem fast gar keine Bewegungen gestattenden Apparat einen Einfluß auf den Stoffwechsel hervorgerufen haben kann, und daß zweitens der

mehrere Tage dauernde Aufenthalt bei dem herabgesetzten O_2-Partialdruck, sowohl in Versuch I wie in Versuch II, Störungen im Oxydationsprozeß der Gewebe und damit im Stoffwechsel-Kreislauf hervorgerufen hat. Andererseits aber zeigt der Versuch IV, daß ein Aufenthalt von nur wenigen Stunden bei stark herabgesetztem O_2-Partialdruck eine anhaltende Wirkung hat. Letzteres entspricht der Beobachtung, daß auch die Erythrocyten in dieser Weise zu einer dauernden Vermehrung gebracht werden können.

Das Gesamtergebnis meiner Untersuchungen ist, daß

1. allein die Erniedrigung des Sauerstoff-Partialdruckes genügt, um eine Änderung im Stoffwechsel hervorzurufen, und daß
2. lang andauernder Aufenthalt in dieser Atmungsluft zwar eine gewisse N-Retention bewirkt, die aber nur während des Aufenthaltes unter diesen veränderten Lebensbedingungen anhält, während dagegen
3. ein Aufenthalt von wenigen Stunden am Tage in O_2-armer Luft eine Anregung auf den Stoffwechsel hervorruft, derart, daß ein Albumenansatz nicht nur während der Versuchstage stattfindet, sondern auch über dieselben hinaus.

Anhang.

(Tabellen.)

Versuch I.

Tag	Gewicht des Hundes g	Urinmenge in ccm cm	Urin: spezif. Gewicht	Urin: N (gesamt)	Urin: N in Prozenten %	Urin: P_2O_5 (gesamt)	Urin: P_2O_5 in Prozenten %	Urin: N Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Urin: P_2O_5-Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Stuhl: Gewicht der Trockensubstanz g	Stuhl: N (gesamt)	Stuhl: N in Prozenten %	Stuhl: P_2O_5 (gesamt)	Stuhl: P_2O_5 in Prozenten %	Stuhl: N-Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Stuhl: P_2O_5-Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	
19. V. 1911	6000	440	1016	5,248	1,193	0,818	0,186	5,211	0,823	13	0,755	5,8	0,636	4,89	0,3775	0,318	Vorversuch
20. V.	5800	440	1015	5,174	1,176	0,827	0,188										
21. V.	5900	415	1015	4,622	1,111	0,764	0,184										24 h im Kasten bei 20% Sauerstoff
22. V.	6100	435	1014½	4,982	1,145	0,818	0,188	4,956	0,773	17	1,012	5,953	0,813	4,782	0,3373	0,271	
23. V.	6000	400	1016	5,264	1,316	0,736	0,184										
24. V.	5900	370	1018	6,081	1,643	0,718	0,194										24 h im Kasten bei 10% Sauerstoff
25. V.	5800	380	1017	4,692	1,235	0,882	0,232	4,841	0,829	30	1,73	5,766	1,297	4,323	0,576	0,4323	
26. V.	5750	390	1019	4,75	1,217	0,889	0,23										
27. V.	5800	370	1018	4,258	1,15	0,844	0,228										Nachversuch
28. V.	5840	515	1017	7,455	1,447	1,844	0,358	5,77	1,26	32	2,016	6,3	1,177	3,678	0,672	0,3923	
29. V.	5800	325	1022	5,597	1,722	1,092	0,366										

Resultat:

Tag	N-Ausscheidung im Durchschnitt pro die von Urin + Stuhl	P_2O_5-Ausscheidung im Durchschnitt pro die von Stuhl + Urin	Netto: N pro die:	N-Ansatz pro die:	Netto: P_2O_5 pro die:	P_2O_5-Ansatz pro die:
19. V. bis 20. V.	5,589	1,141	5,586	+ 0,355	2,109	+ 1,287
21. V. bis 23. V.	5,293	1,141	5,627	+ 0,671	2,156	+ 1,287
24. V. bis 26. V.	5,418	1,262	5,387	+ 0,546	1,9947	+ 1,166
27. V. bis 29. V.	6,442	1,259	5,397	— 0,363	2,1687	+ 0,908

Nahrung:

täglich: 150 g Pferdefleisch, 50 g Reis, 25 g Fett, 3 g Kochsalz, 300 ccm Aqua destil.

Da für die letzten 3 Versuchstage das Pferdefleisch nicht ausreichte und das zweite Pferdefleisch anderen Gehalt an N und P_2O_5 aufwies, war in der Nahrung enthalten wie folgt:

Tag	N	P_2O_5
19. V. bis 26. V.	5,964	2,427
27. V. bis 29. V.	6,069	2,561

Versuch II.

Tag	Gewicht des Hundes g	Urin: Menge in ccm	Urin: spezif. Gewicht	Urin: N (gesamt)	Urin: N in %	Urin: P_2O_5 (gesamt)	Urin: P_2O_5 in %	Urin: Cl (gesamt)	Urin: Cl in %	Urin: N-Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Urin: P_2O_5-Ausscheidung im Durchschnitt pro die:
7. IV. bis 8. IV. 1912	6200	283	1024	2,504	0,8848	0,45	0,159	0,263	0,092		
8. IV. bis 9. IV.	6200	254	1028	3,855	1,5177	0,447	0,184	0,235	0,0925	4,136	0,717
9. IV. bis 10. IV.	6150	226	1025	2,189	0,968	0,506	0,223	0,228	0,0857		
10. IV. bis 11. IV.	6200	680	1027	7,997	1,176	1,466	0,256	0,716	0,1053		
11. IV. bis 12. IV.	6100	205	1037	4,523	2,206	0,403	0,197	0,21	0,1024		
12. IV. bis 13. IV.	6000	420	1027	2,687	0,639	0,533	0,1269	0,406	0,0966	3,605	0,468
13. IV. bis 14. IV.	6000	320	1030	3,976	1,242	0,582	0,182	0,381	0,119		
14. IV. bis 15. IV.	6050	320	1035	5,152	1,61	0,753	0,2353	0,336	0,1031	4,564	0,668

Urin: C_l - Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Stuhl: Gewicht der Trockensubstanz	Stuhl: N (gesamt)	Stuhl: N in %	Stuhl: P_2O_5 (gesamt)	Stuhl: P_2O_5 in %	Stuhl: C_l (gesamt)	Stuhl: C_l in %	Stuhl: N Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Stuhl: P_2O_5-Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Stuhl: C_l - Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	
	g		%		%		%				
0,365	28	1,517	5,4178	0,437	1,56	0,348	1,234	0,379	0,109	0,087	Vorversuch
0,308	12	0,69	5,75	0,075	0,625	0,064	0,533	0,345	0,037	0,032	24 h im Kasten bei 13—15% Sauerstoff
0,359	9	0,597	6,533	0,076	0,844	0,127	1,411	0,299	0,038	0,063	Nachversuch

Resultat:

Tag	N-Ausscheidung im Durchschnitt pro die an Urin + Stuhl	P_2O_5-Ausscheidung im Durchschnitt pro die an Urin + Stuhl	C_l-Ausscheidung im Durchschnitt pro die an Urin + Stuhl	Netto: N pro die:	N-Ansatz pro die:	Netto: P_2O_5 pro die:	P_2O_5-Ansatz pro die:	Netto: C_l pro die:	C_l-Ansatz pro die:
7./8. IV. bis 10./11. IV.	4,515	0,826	0,452	7,059	+ 2,924	1,6335	+ 0,9165	3,2467	+ 2,8817
11./12. IV. bis 12./13. IV.	3,95	0,505	0,339	7,094	+ 3,488	1,7055	+ 1,2375	3,3017	+ 2,9937
13./14. IV. bis 14./15. IV.	4,862	2,706	0,402	7,141	+ 2,672	1,7045	+ 1,1365	3,2707	+ 2,9117

Nahrung:

täglich: 150 g Pferdefleisch, 25 g Reis, 15 g Fett, 3 g Kochsalz, 300 ccm Aqua destil.

In der täglichen Nahrung war enthalten:

an N = 7,439 g, an P_2O_5 = 1,7425 g, an C_l = 3,3337 g.

Urin: C_l - Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Stuhl: Gewicht der Trockensubstanz g	Stuhl: N (gesamt)	Stuhl: N in %	Stuhl: P_2O_5 (gesamt)	Stuhl: P_2O_5 in %	Stuhl: C_l (gesamt)	Stuhl: C_l in %	Stuhl: N Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Stuhl: P_2O_5-Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	Stuhl: C_l - Ausscheidung im Durchschnitt pro die:	
0,365	28	1,517	5,4178	0,437	1,56	0,348	1,234	0,379	0,109	0,087	Vorversuch
0,308	12	0,69	5,75	0,075	0,625	0,064	0,533	0,345	0,037	0,032	24 h im Kasten bei 13—15% Sauerstoff
0,359	9	0,597	6,533	0,076	0,844	0,127	1,411	0,299	0,038	0,063	Nachversuch

Resultat:

Tag	N-Ausscheidung im Durchschnitt pro die an Urin + Stuhl	P_2O_5-Ausscheidung im Durchschnitt pro die an Urin + Stuhl	C_l-Ausscheidung im Durchschnitt pro die an Urin + Stuhl	Netto: N pro die:	N-Ansatz pro die:	Netto: P_2O_5 pro die:	P_2O_5-Ansatz pro die:	Netto: C_l pro die:	C_l-Ansatz pro die:
7./8. IV. bis 10./11. IV.	4,515	0,826	0,452	7,059	+ 2,924	1,6335	+ 0,9165	3,2467	+ 2,8817
11./12. IV. bis 12./13. IV.	3,95	0,505	0,339	7,094	+ 3,488	1,7055	+ 1,2375	3,3017	+ 2,9937
13./14. IV. bis 14./15. IV.	4,862	2,706	0,402	7,141	+ 2,672	1,7045	+ 1,1365	3,2707	+ 2,9117

Nahrung:

täglich: 150 g Pferdefleisch, 25 g Reis, 15 g Fett, 3 g Kochsalz, 300 ccm Aqua destil.

In der täglichen Nahrung war enthalten:

an N = 7,439 g, an P_2O_5 = 1,7425 g, an C_l = 3,3337 g.

10. Wendt, G. von: Über den Einfluß des Höhenklimas auf den Stoffwechsel des Menschen. (Skandinav. Archiv für Physiologie 1910. Bd. 24).
11. David: Zeitschrift für Klin. Mediz. Bd. 74 H. 5/6.
12. Veraguth: Le climat de la Haut-Engadin et son action physiologique. (Thèse de Paris 1887, pag. 103).
13. Oppenheim: Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Harnstoffausscheidung. Pflügers Archiv Bd. 23, pag. 446.

Lebenslauf.

Ich, Karl Georg Martin Bache wurde am 23. September 1886 zu Kottbus als zweiter Sohn des Rektors Otto Bache geboren. Ich bin evangelischer Konfession und Preuße. Meine Schulbildung genoß ich am Kgl. Friedrich Wilhelms-Gymnasium zu Kottbus, das ich bis zur Reifeprüfung, 1906, besuchte. Ostern 1906 bezog ich die Universität Tübingen, um mich dem Studium der Medizin zu widmen. Ostern 1907 siedelte ich nach der Universität Halle a. S. über, wo ich im August 1909 das Physikum bestand. Ich studierte dann weiter in Halle und bestand hier Anfang des Jahres 1912 das ärztliche Staatsexamen. Als Medizinalpraktikant war ich tätig teilweise an der Kgl. Medizinischen Universitäts-Klinik zu Halle a. S. (Leiter: Herr Geh. Medizinal-Rat Prof. Dr. Ad. Schmidt) und teilweise an der chirurgischen Abteilung des Evangel. Krankenhauses zu Köln (Leiter: Herr Prof. Dr. E. Martin).

Seit April 1913 bin ich am Salvator-Krankenhaus zu Halberstadt (Leiter: Herr Oberarzt Dr. Springorum) tätig.

Meine Approbation als Arzt datiert vom 9. April 1913. Das Colloquium fand am 31. Juli 1913 statt.

Als meine Lehrer verehre ich die Herren:

in Tübingen:

Geh. Medizinal-Rat Prof. Dr. Froriep und Prof. Dr. Heidenhain;

10. Wendt, G. von: Über den Einfluß des Höhenklimas auf den Stoffwechsel des Menschen. (Skandinav. Archiv für Physiologie 1910. Bd. 24).
11. David: Zeitschrift für Klin. Mediz. Bd. 74 H. 5/6.
12. Veraguth: Le climat de la Haut-Engadin et son action physiologique. (Thèse de Paris 1887, pag. 103).
13. Oppenheim: Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Harnstoffausscheidung. Pflügers Archiv Bd. 23, pag. 446.

Lebenslauf.

Ich, Karl Georg Martin Bache wurde am 23. September 1886 zu Kottbus als zweiter Sohn des Rektors Otto Bache geboren. Ich bin evangelischer Konfession und Preuße. Meine Schulbildung genoß ich am Kgl. Friedrich Wilhelms-Gymnasium zu Kottbus, das ich bis zur Reifeprüfung, 1906, besuchte. Ostern 1906 bezog ich die Universität Tübingen, um mich dem Studium der Medizin zu widmen. Ostern 1907 siedelte ich nach der Universität Halle a. S. über, wo ich im August 1909 das Physikum bestand. Ich studierte dann weiter in Halle und bestand hier Anfang des Jahres 1912 das ärztliche Staatsexamen. Als Medizinalpraktikant war ich tätig teilweise an der Kgl. Medizinischen Universitäts-Klinik zu Halle a. S. (Leiter: Herr Geh. Medizinal-Rat Prof. Dr. Ad. Schmidt) und teilweise an der chirurgischen Abteilung des Evangel. Krankenhauses zu Köln (Leiter: Herr Prof. Dr. E. Martin).

Seit April 1913 bin ich am Salvator-Krankenhaus zu Halberstadt (Leiter: Herr Oberarzt Dr. Springorum) tätig.

Meine Approbation als Arzt datiert vom 9. April 1913. Das Colloquium fand am 31. Juli 1913 statt.

Als meine Lehrer verehre ich die Herren:
in Tübingen:

Geh. Medizinal-Rat Prof. Dr. Froriep und Prof. Dr. Heidenhain;

in Halle:

die Herren Geh. Medizinal-Rat Prof. Dr. Anton, von Bramann †, Bernstein, Eberth, Fraenken, Grenacher, Harnack, Roux, Schmidt, Veit, Volhardt und die Herren Prof. Dr. Beneke, Frese, Gebhardt, von Hippel, Isemer, Mohr und Stieda.

Zum Schluß sei es mir auch an dieser Stelle gestattet Herrn Geh. Medizinal-Rat Prof. Dr. Ad. Schmidt und Herrn Dr. med. David, Assistenzarzt der Kgl. Medizinischen Klinik zu Halle a. S., für die freundliche Anregung zu dieser Arbeit und für die liebenswürdige Beratung bei ihrer Ausführung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.